



30 Unionspriorität:
10-018093 13. 01. 98 JP
71 Anmelder:
Advantest Corp., Tokio/Tokyo, JP
74 Vertreter:
Betten & Resch, 80469 München

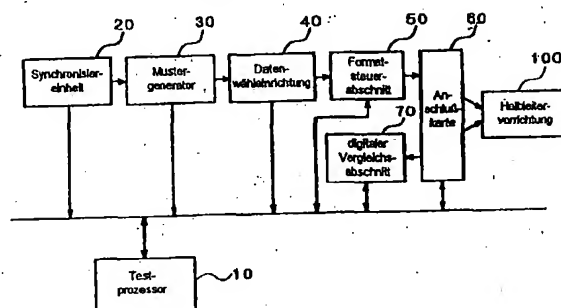
72 Erfinder:
Matsumoto, Mitsuo, Tokio/Tokyo, JP; Katz, Gerald
Lewis, San Jose, Calif., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und System zum Suchen kritischer Pfade in Halbleitervorrichtungen

57 Es werden ein Verfahren und ein System zum Suchen eines kritischen Pfades in einer Halbleitervorrichtung (100) offenbart, mit denen eine schnelle und zuverlässige Suche eines kritischen Pfades bei Verwendung einer wirklichen Halbleitervorrichtung (100) möglich ist. Wenn die Anzahl der Betriebstaktimpulse zwischen der Eingabe vorgegebener Daten in die Halbleitervorrichtung (100) und der Ausgabe entsprechender Daten durch n gegeben ist, wird jede Periode der n Impulse von einer Periode T1, bei der die Halbleitervorrichtung (100) fehlerhaft arbeitet, zu einer Periode T2, bei der die Halbleitervorrichtung (100) fehlerfrei arbeitet, geändert, um einen kritischen Pfad zu suchen.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Suchen und Identifizieren kritischer Pfade in vielen verschiedenen Halbleitervorrichtungen wie etwa in großintegrierten Schaltungen (LSI-Schaltungen).

In der vorliegenden Beschreibung hat der Ausdruck "Halbleitervorrichtung" die Bedeutung einer Logikschaltung, einer Speicherschaltung oder einer analogen Schaltung oder aber einer Halbleitervorrichtung, die aus irgendeiner Kombination dieser Schaltungen aufgebaut ist.

In letzter Zeit ist die Anzahl der Transistoren, die in LSI-Schaltungen integriert werden, dramatisch angestiegen. Insbesondere sind die Schaltungen aus Logik-LSI-Schaltungen, die als eine typische Vorrichtung Mikroprozessoren enthalten, aus Speichern, aus analogen LSI-Schaltungen und aus System-LSI-Schaltungen zunehmend kompliziert geworden. Um bei diesen großintegrierten, komplizierten und schnellen LSI-Schaltungen eine Fehleranalyse vorzunehmen und um die Ergebnisse an den Vorrichtungsentwurf rückzukoppeln, werden häufig Anstrengungen zum Suchen kritischer Pfade in den LSI-Schaltungen unternommen. Der Ausdruck "kritischer Pfad" hat insbesondere die Bedeutung von Pfaden, die die Betriebsgeschwindigkeit der gesamten Schaltung in einem Signalausbreitungsweg in einer LSI-Schaltung begrenzen. Für den Entwurf einer LSI-Schaltung ist es wichtig, die Ausbreitungszeit dieser Pfade unter vorgegebene Werte zu steuern.

Bisher ist die Suche eines kritischen Pfades in einer LSI-Schaltung unter Verwendung von Simulationen auf der Grundlage der Entwurfsdaten einer LSI-Schaltung ausgeführt worden. Für jede der eine LSI-Schaltung bildenden Schaltungen kann die Simulationstechnik anhand der Entwurfsdaten die Ausbreitungszeit der Signale für den Durchgang durch verschiedene Arithmetikschaltungen, Speicher und dergleichen von einem Signaleingang zu einem Signalausgang berechnen. Wenn daher ein vorgegebener Testvektor (Testmuster) eingegeben wird, kann eine Berechnung feststellen, wie der Testvektor in der LSI-Schaltung wirkt, so daß dadurch ein kritischer Pfad gesucht werden kann.

Andererseits bestehen in der früheren Technik bei der Gewinnung eines kritischen Pfades in einer LSI-Schaltung unter Verwendung einer Simulationstechnik wie oben beschrieben die folgenden Probleme:

- (1) es dauert zu lange, um ein Programm zu erstellen, das eine Simulation zum Herausfinden der kritischen Pfade für sämtliche Logiksignale ausführt;
- (2) da nicht an wirklichen Schaltungen (Halbleitervorrichtungen) gearbeitet wird, dauert es zu lange, eine Last und dergleichen festzulegen, die in Simulationen nicht oder nur schwer dargestellt werden können;
- (3) da die Simulationstechnik riesige Mengen numerischer Daten verarbeiten muß, dauert die Suche sehr lang.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein System zum Suchen eines kritischen Pfades zu schaffen, mit denen ein kritischer Pfad unter Verwendung einer wirklichen Halbleitervorrichtung schnell und zuverlässig erfaßt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren und ein System zum Suchen kritischer Pfade in LSI-Schaltungen nach Anspruch 1 bzw. 5. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Eine zweckmäßige Ausführung des Verfahrens und des Systems zum Suchen eines kritischen Pfades basiert auf den

folgenden Sachverhalten: Die Periode der Betriebstaktimpulse wird auf eine Periode T1 verkleinert, mit der die Vorrichtung nicht normal arbeiten kann. Dann wird der der Position eines kritischen Pfades entsprechende Betriebstaktimpuls auf eine etwas längere Periode T2 geändert, so daß die Halbleitervorrichtung normal arbeiten kann. Unter Berücksichtigung dessen wird untersucht, welcher Impuls von n Betriebstaktimpulsen zwischen der Eingabe von Daten und der Ausgabe der Daten von T1 nach T2 geändert worden ist, um die Halbleitervorrichtung normal zu betreiben. Dadurch wird die Suche eines kritischen Pfades ausgeführt.

Genauer setzt eine Betriebstakt-Erzeugungseinrichtung die Perioden der n Betriebstaktimpulse auf T1 oder T2, ferner gibt eine Testdaten-Eingabeeinrichtung Daten in die Halbleitervorrichtung ein. Die Halbleitervorrichtung arbeitet entsprechend den eingegebenen Daten synchron mit den n Betriebstaktimpulsen und gibt Daten aus. Eine Ausgangsdaten-Bestimmungseinrichtung bestimmt, ob die von der Halbleitervorrichtung ausgegebenen Daten falsch oder korrekt sind. Wenn diese Ausgangsdaten korrekt sind, d. h. wenn die Halbleitervorrichtung normal arbeitet, entscheidet eine Suchsteuereinrichtung, daß ein kritischer Pfad an der Position des Betriebstaktimpulses mit der Periode T2 vorhanden ist, und führt eine Suchverarbeitung für einen kritischen Pfad aus.

In dieser Weise wird erfindungsgemäß die Suche eines kritischen Pfades durch wirkliches Betreiben einer Halbleitervorrichtung ausgeführt. Im Vergleich zu dem Fall, in dem ein kritischer Pfad durch eine Simulationstechnik gesucht wird, läßt die Suche gemäß der Erfindung eine schnelle und zuverlässige Erfassung eines kritischen Pfades zu. Ferner kann die Suche gemäß der Erfindung eine Halbleitervorrichtung durch Festlegen einer Last und dergleichen betreiben, so daß sie eine Suchverarbeitung unter wirklichen Betriebsbedingungen zuläßt.

Weiterhin wird bei Verwendung der obenbeschriebenen Suchsteuereinrichtung jede Periode der Betriebstaktimpulse vom n-ten Impuls zum (n-i)-ten Impuls auf T2 gesetzt und jede Periode für die übrigen Impulse auf T1 gesetzt, wobei untersucht wird, ob die Halbleitervorrichtung normal arbeitet oder nicht. Der Wert von (n-i), bei dem die Halbleitervorrichtung normal arbeitet, wird als Startposition für die Erzeugung eines kritischen Pfades identifiziert. Dies ist ein erstes Ziel. Außerdem wird unter Verwendung der Suchsteuereinrichtung eine Periode der Betriebstaktimpulse, die in einem die Startposition für die Erzeugung des kritischen Pfades als Anfangsposition enthaltenden vorgegebenen Bereich enthalten sind, auf T2 gesetzt und eine Periode für die übrigen Impulse auf T1 gesetzt. Dann wird untersucht, ob die Halbleitervorrichtung normal arbeitet. Der engste Bereich, in dem die Halbleitervorrichtung normal arbeitet, wird als Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades identifiziert. Dies ist ein zweites Ziel. Auf diese Weise identifiziert die Erfindung eine Startposition für die Erzeugung eines kritischen Pfades und ein Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades und ermöglicht dadurch eine genaue Suche der Position für die Erzeugung eines kritischen Pfades. Im Ergebnis können einfach Maßnahmen wie etwa eine Entwurfsänderung getroffen werden.

Weiterhin kann erfindungsgemäß ein kritischer Pfad in einer Halbleitervorrichtung gesucht werden, die eine PLL-Schaltung umfaßt, die synchron mit den von außen eingegebenen Betriebstaktimpulsen weitere interne Taktimpulse erzeugt. Das Verfahren zum Suchen kritischer Pfade gemäß der Erfindung kann eine Halbleitervorrichtung mit einer Periode T1 und mit einer Periode T2 der Betriebstaktimpulse betreiben, die in der Nähe der Grenze liegen, auf deren beiden Seiten die Halbleitervorrichtung normal bzw. anomal

arbeitet. Wenn daher die Perioden der Betriebstaktimpulse, die von außen eingegeben werden, zwischen T1 und T2 geändert werden, können die internen Taktimpulse, die durch die interne PLL-Schaltung erzeugt werden, den Betriebstaktimpulsen einfach folgen. Daher ist das Suchverfahren der Erfindung, mit dem ein kritischer Pfad durch Ändern der Perioden der Betriebstaktimpulse wie oben beschrieben gesucht wird, ohne weiteres auf eine derartige Halbleitervorrichtung anwendbar.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung zweckmäßiger Ausführungen, die auf die beigefügte Zeichnung Bezug nimmt; es zeigen:

Fig. 1 einen Blockschaltplan zur Erläuterung des Aufbaus eines Halbleitervorrichtung-Testsystems gemäß einer Ausführung der Erfindung;

Fig. 2 Ansichten zur Erläuterung des Prinzips der Suche eines kritischen Pfades, das in dem Halbleitervorrichtung-Testsystem gemäß einer Ausführung der Erfindung verwendet wird;

Fig. 3 eine Ansicht zur Erläuterung der Beziehung zwischen den Eingangsmustern und Ausgangsmustern einer Halbleitervorrichtung und der Periode der Betriebstaktimpulse;

Fig. 4 einen Ablaufplan zur Erläuterung einer Prozedur zum Suchen einer Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades;

Fig. 5 Ansichten zur Erläuterung der Beziehung zwischen einer Erzeugungsstartadresse und den Betriebsperioden jeder Adresse, die gesetzt werden, um die Erzeugungsstartadresse zu ermitteln;

Fig. 6 einen Ablaufplan zur Erläuterung der Prozedur zum Suchen eines Segments für die Erzeugung eines kritischen Pfades;

Fig. 7 Ansichten zur Erläuterung der Beziehung zwischen einem Erzeugungssegment und den Betriebsperioden jeder Adresse, die gesetzt werden, um das Erzeugungssegment zu ermitteln; und

Fig. 8, 9 Ansichten zur Erläuterung der Beziehung zwischen externen Taktimpulsen, die in eine eine PLL-Schaltung enthaltende Halbleitervorrichtung eingegeben werden, und internen Taktimpulsen.

Ein Halbleitervorrichtung-Testsystem gemäß einer Ausführung der Erfindung gibt ein vorgegebenes Datenmuster in eine Halbleitervorrichtung ein, die auf einen kritischen Pfad untersucht wird. Gleichzeitig betreibt sie die Halbleitervorrichtung durch Setzen der Periode der Betriebstaktimpulse in jedem Testzyklus auf einen Wert in der Umgebung der Grenze zwischen einem Normalbetrieb und einem anomalen Betrieb, um einen kritischen Pfad zu suchen. Ein Merkmal der Erfindung liegt in einem solchen Betrieb. Die Einzelheiten des Halbleitervorrichtung-Testsystems gemäß einer Ausführung der Erfindung werden mit Bezug auf die Zeichnung erläutert.

Fig. 1 ist ein Blockschaltplan des Halbleitervorrichtung-Testsystems gemäß dieser Ausführung der Erfindung. Das in **Fig. 1** gezeigte Halbleitervorrichtung-Testsystem enthält die folgenden verschiedenen Abschnitte für die Eingabe und Ausgabe verschiedener Signale, die für einen Suchbetrieb in einer Halbleitervorrichtung 100, die auf einen kritischen Pfad durchsucht wird, notwendig sind. Das heißt, es enthält einen Testprozessor 10, eine Synchronisiereinheit bzw. einem Zeitsignal-Generator 20, einen Mustergenerator 30, eine Datenwähleinrichtung 40, einen Formatsteuerabschnitt 50, eine Anschlußkarte 60 und einen digitalen Vergleichsabschnitt 70.

Der Testprozessor 10 steuert den Gesamtbetrieb des Halbleitervorrichtung-Testsystems, damit es ein vorgege-

nes Programm auf der Grundlage des Betriebssystems (OS) ausführt und einen kritischen Pfad in einer Halbleitervorrichtung 100 sucht. Die Synchronisiereinheit 20 setzt eine Basisperiode, die für die Suchoperation erforderlich ist, und erzeugt verschiedene Synchronisationsflanken, die in der gesetzten Basisperiode enthalten sind. Der Mustergenerator 30 erzeugt Musterdaten, die in die Anschlüsse einschließlich eines Taktanschlusses der Halbleitervorrichtung 100 eingegeben werden sollen. Die Datenwähleinrichtung 40 setzt die verschiedenen Musterdaten, die vom Mustergenerator 30 ausgegeben werden, mit entsprechenden Anschlüssen der Halbleitervorrichtung 100, die die Musterdaten empfängt, in Beziehung. Der Formatsteuerabschnitt 50 führt eine Signalformsteuerung der Halbleitervorrichtung 100 auf der Grundlage der vom Mustergenerator 30 erzeugten und von der Datenwähleinrichtung 40 gewählten Musterdaten und anhand der Synchronisationsflanken, die von der Synchronisiereinheit 20 erzeugt werden, aus.

Die Anschlußkarte 60 soll eine physische Schnittstelle für die Halbleitervorrichtung 100 bilden. Beispielsweise enthält die Anschlußkarte 60 einen Treiber, der an entsprechende Anschlüsse der Halbleitervorrichtung 100 vorgegebene Musterformate liefert, und einen Komparator, der die Spannungssignale liefert, die an jedem Anschluß auftreten, mit den vorgegebenen Pegeln einer Spannung mit niedrigem Pegel und einer Spannung mit hohem Pegel vergleicht. Der digitale Vergleichsabschnitt 70 vergleicht die Daten des erwarteten Wertes für jeden Anschluß, der von der Datenwähleinrichtung 40 gewählt wird, mit den Ausgangsdaten jedes Anschlusses der Halbleitervorrichtung 100.

Die Synchronisiereinheit 20 erzeugt Taktsignale und weitere Synchronisationssignale, die an die Halbleitervorrichtung 100 geliefert werden. Der Mustergenerator 30 erzeugt verschiedene Daten, die in die Halbleitervorrichtung 100 eingegeben werden. Ferner empfängt die Halbleitervorrichtung 100 vorgegebene Testdaten und wird während einer vorgegebenen Anzahl von Testzyklen betrieben, wobei der digitale Vergleichsabschnitt 70 feststellt, ob die von der Halbleitervorrichtung 100 ausgegebenen Ergebnisdaten normal sind oder nicht.

Die Synchronisiereinheit 20, der Mustergenerator 30 und die Datenwähleinrichtung 40, der digitale Vergleichsabschnitt 70 und der Testprozessor 10, die oben beschrieben worden sind, entsprechen einer Betriebstaktimpuls-Erzeugungseinrichtung, einer Testdaten-Eingabeeinrichtung, einer Ausgangsdaten-Bestimmungseinrichtung bzw. einer Suchsteuereinrichtung.

Das Halbleitervorrichtung-Testsystem gemäß dieser Ausführung besitzt die obenbeschriebene Konfiguration. Im folgenden wird die genaue Funktionsweise beim Suchen eines kritischen Pfades in der Halbleitervorrichtung 1 unter Verwendung des Halbleitervorrichtung-Testsystems erläutert.

Die **Fig. 2A** und **2B** dienen der Erläuterung des Prinzips der Suche eines kritischen Pfades, die von dem Halbleitervorrichtung-Testsystem gemäß dieser Ausführung ausgeführt wird. In den **Fig. 2A** und **2B** entsprechen die Adressen (1), (2) usw. den Testzyklus-Zählständen, d. h. der Anzahl der eingegebenen Betriebstaktimpulse. Beispielsweise zeigt die Adresse (6) eine Position (Schaltung), die synchron mit dem sechsten Impuls ab der Eingabe eines Testmusters arbeitet.

Wie in **Fig. 2A** gezeigt ist, wird bei einer allmählichen Verkürzung der Periode des Betriebstaktimpulses diejenige Periode, die ein fehlerhaftes Ausgangsmuster verursacht, mit T1 bezeichnet. Falls es zu diesem Zeitpunkt möglich ist, eine Adresse zu ermitteln, die der Schaltung entspricht, die nicht normal arbeitet und somit das fehlerhafte Ausgangsmuster erzeugt, wird dieser Punkt als der einen kritischen

riau erzeugende Punkt bestimmt.

Beispielsweise zeigt Fig. 2A den Fall, in dem ein anomaler Betrieb an einer Position auftritt, die der Adresse (4) entspricht, und in dem ein Ausgangsmuster fehlerhaft ist. In diesem Fall kann durch Ändern der Periode des vierten Betriebstaktimpulses, der der Adresse (4) entspricht, auf eine Periode T2, die etwas länger als T1 ist, ein normales Betriebsverhalten erhalten werden, wie in Fig. 2B gezeigt ist.

In dieser Weise werden die Betriebsperioden sämtlicher Testzyklen auf die Fehlerperiode T1 gesetzt. Dann wird untersucht, welche Adresse der Betriebsperiode entspricht, die so weit erhöht wurde, um einen normalen Betrieb zu erhalten. Dadurch kann eine einen kritischen Pfad erzeugende Adresse gesucht werden. Diese Ausführung der Erfindung führt die Suchverarbeitung für einen kritischen Pfad durch Erfassen sowohl der Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades als auch des Erzeugungssegments aus.

Fig. 3 zeigt die Beziehung zwischen den Eingangs- und Ausgangsmustern einer Halbleitervorrichtung 100 und den Perioden der Betriebstaktimpulse. Es wird beispielsweise angenommen, daß bei der Eingabe von sieben Betriebstaktimpulsen ab der Eingabe vorgegebener Testdaten (in Fig. 3 sind die Daten an der Adresse 1 "0") in einen Eingangspin 1 der Halbleitervorrichtung 100 am Ausgangspin 1 Ausgangsdaten, die - den Testdaten entsprechen, erscheinen. Somit kann durch die Prüfung, ob die Ausgangsdaten beim siebten Impuls mit dem erwarteten Wert übereinstimmen oder nicht, ermittelt werden, ob der der zu untersuchenden Adresse entsprechende Schaltungsbetrieb normal ist oder nicht.

Wenn beispielsweise sämtliche Betriebsperioden der Adressen mit Ausnahme der Adresse (4), die eine Periode T2 besitzt, die Perioden T1 haben, wie in Fig. 2B gezeigt ist, werden sämtliche Betriebsperioden t1 bis t3 und t5 bis t7 auf T1 gesetzt, während ausschließlich die Periode t4 auf T2 gesetzt wird, wie in Fig. 3 gezeigt ist. Somit wird nur die Periode des vierten Betriebstaktimpulses auf T2 gesetzt, woraufhin die Halbleitervorrichtung 7 während sieben Taktimpulsen betrieben wird. Nach dem Betrieb wird geprüft, ob die am Ausgangspin 1 erscheinenden Ausgangsdaten mit dem erwarteten Wert übereinstimmen.

Dann wird der Suchbetrieb für einen kritischen Pfad in einen Suchbetrieb für eine Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades und in eine Suche für ein Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades unterteilt. Wie beispielsweise in Fig. 3 gezeigt ist, wird angenommen, daß nach dem Betrieb während sieben Taktimpulsen ab der Eingabe von Testdaten in den Eingangspin 1 die entsprechenden Daten am Ausgangspin 1 ausgegeben werden. Ferner wird in der folgenden Erläuterung angenommen, daß die kritischen Pfade an den Positionen vorhanden sind, die den Adressen (4) bis (6) entsprechen.

Fig. 4 zeigt eine Prozedur für die Suche einer Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades. Zunächst ändert der Testprozessor 10 die Perioden der Betriebstaktimpulse, die an die Halbleitervorrichtung 100 geliefert werden, in der Weise, daß eine Betriebsperiode an der Grenze zwischen einem korrekten Betrieb und einem fehlerhaften Betrieb gesucht wird (Schritt a1). Die Änderung der Betriebsperioden wird durch Senden eines Befehls an die Synchronisiereinheit 20 ausgeführt. Die sämtlichen Adressen entsprechenden Betriebsperioden werden auf jeweilige bestimmte Werte gesetzt, wobei die Ausgangsdaten am Ausgangspin 1, die synchron mit dem siebten Taktimpuls erhalten werden, wie in Fig. 3 gezeigt ist, untersucht werden. Dadurch wird bestimmt, ob die Halbleitervorrichtung 100 in jedem Betriebstaktimpuls der verschiedenen Perioden normal arbeitet oder nicht. In dieser Weise werden die Periode T1 des Betriebstakts, die einen Fehler verursacht, und die Periode T2

des Betriebstakts, die einen normalen Betrieb ermöglicht, bei der obenbeschriebenen Grenze bestimmt.

Dann schickt ein Testprozessor 10 einen Befehl an die Synchronisiereinheit 20, um die Betriebsperioden sämtlicher Adressen auf die Fehlerperiode T1 zu setzen (Schritt a2). Sämtliche Betriebsperioden t1 bis t7 werden, wie in Fig. 2A gezeigt ist, auf T1 gesetzt.

Somit sind sämtliche Betriebsperioden auf die Fehlerperiode T1 gesetzt. Danach setzt der Testprozessor 10 eine Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades (im folgenden einfach mit "Erzeugungsstartadresse" bezeichnet) auf die Adresse (7), bei der die Halbleitervorrichtung 10 fehlerhaft arbeitet (im folgenden einfach mit "Fehleradresse" bezeichnet) (Schritt a3). Die Betriebsperioden der Erzeugungsstartadresse und jeder späteren Adresse werden auf die fehlerfreie Periode T2 gesetzt (Schritt a4). Dann wird ein vorgegebener Betriebstest in der Halbleitervorrichtung 100 ausgeführt (Schritt a5), woraufhin bestimmt wird (Schritt a6), ob die am Ausgangspin 1 erscheinenden Ausgangsdaten normal sind oder nicht.

Die Fig. 5A-5D zeigen die Beziehung zwischen einer Erzeugungsstartadresse und der Betriebsperiode jeder Adresse, die so gesetzt ist, daß die Erzeugungsstartadresse bestätigt wird. Fig. 5A zeigt den Fall, in dem die Erzeugungsstartadresse im obenbeschriebenen Schritt a3 auf die Adresse (7) gesetzt ist. Für diesen Fall wird nur die Betriebsperiode des n-ten von n Betriebstaktimpulsen (in dieser Ausführung ist n = 7), der der Adresse (7) entspricht, auf T2 geändert, woraufhin der Betriebstest ausgeführt wird.

Wenn als Ergebnis des so ausgeführten Betriebstests die am Ausgangspin 1 erscheinenden Ausgangsdaten normal wie erwartet sind, wird die Erzeugungsstartadresse, die zu diesem Zeitpunkt gesetzt wird, als Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades bestimmt (Schritt a7). Der Suchprozeß für eine Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades ist damit abgeschlossen.

Wenn jedoch als ein Ergebnis des Betriebstests die am Ausgangspin 1 erscheinenden Ausgangsdaten anomal sind, bestimmt der Testprozessor 10, ob die Erzeugungsstartadresse zu diesem Zeitpunkt die führende Adresse (1) ist (Schritt a8). Da zunächst die Erzeugungsstartadresse im Schritt a3 wie oben beschrieben auf die Fehleradresse (7) gesetzt worden ist, wird eine negative Entscheidung erzeugt. Dann verschiebt der Testprozessor 10 die Erzeugungsstartadresse um eine Adresse in Richtung zum vorderen Ende und setzt sie auf die Adresse (6) (Schritt a9). Danach wird die Verarbeitung des Schrittes a4 zum Setzen einer Betriebsperiode und der späteren Schritte wiederholt.

Wie in Fig. 5B gezeigt ist, werden die Adresse (6) und spätere Adressen, d. h. die Adressen (6) und (7), dann, wenn die Erzeugungsstartadresse um eine Adresse nach vorn verschoben und auf die Adresse (6) gesetzt wird, auf die fehlerfreie Periode T2 gesetzt. Dann wird der Betriebstest ausgeführt.

Weiterhin wird ein Betriebstest mit den Betriebsperioden der Adressen (6) und (7), die auf die Fehlerperiode T2 gesetzt sind, ausgeführt. Wenn am Ausgangspin 1 selbst in diesem Test keine normalen Ausgangsdaten erscheinen, wird die Erzeugungsstartadresse weiter zur Adresse (5) nach vorn verschoben, wie in Fig. 5C gezeigt ist. Dann wird die Verarbeitung des Schrittes a4 zum Setzen einer Betriebsperiode und der späteren Schritte wiederholt.

In dieser Weise wird die Erzeugungsstartadresse Adresse für Adresse zum vorderen Ende verschoben, werden die Betriebsperioden der Erzeugungsstartadresse und jeder der späteren Adressen auf die fehlerfreie Periode T2 gesetzt und wird jedesmal der Betriebstest ausgeführt. Diese Prozedur wird wiederholt, bis am Ausgangspin 1 normale Ausgangs-

daten erscheinen. Wie beispielsweise in Fig. 5D gezeigt ist, wird die Erzeugungsstartadresse auf die Adresse (4) gesetzt und werden die Betriebsperioden der Adressen (4) bis (7) auf die fehlerfreie Periode T2 gesetzt, woraufhin der Betriebstest ausgeführt wird. Wenn am Ausgangspin 1 normale Ausgangsdaten erscheinen, erzeugt der Schritt a6 (in dem bestimmt wird, ob die Ausgangsdaten normal sind oder nicht) wie oben beschrieben eine positive Entscheidung, ferner wird die Erzeugungsstartadresse (4) zu diesem Zeitpunkt als Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades bestimmt (Schritt a7). Die Verarbeitung für die Suche eines kritischen Pfades ist damit abgeschlossen.

Wenn jedoch am Ausgangspin 1 selbst in dem Betriebstest, in dem die Erzeugungsstartadresse auf die vorderste Adresse (1) gesetzt ist, keine normalen Ausgangsdaten erscheinen, wird angenommen, daß der Suchprozeß keinen kritischen Pfad finden konnte, so daß er beendet wird (Schritt a10).

Nachdem die Identifizierung einer Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades in dieser Weise beendet worden ist, wird die Identifizierung eines Erzeugungssegments ausgeführt. Fig. 6 zeigt eine Prozedur für die Suche eines Segments für die Erzeugung eines kritischen Pfades. Zunächst sendet der Testprozessor 10 an die Synchronisierereinheit 20 einen Befehl, um die Betriebsperioden sämtlicher Adressen auf die Fehlerperiode T1 zu setzen (Schritt b1). Nach dem Setzen sämtlicher Betriebsperioden auf die Fehlerperiode T1 setzt der Testprozessor 10 eine Endadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades (im folgenden einfach mit "Erzeugungsstartadresse" bezeichnet) auf die früher identifizierte Erzeugungsstartadresse (Schritt b2). Das heißt, daß das Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades (im folgenden einfach mit "Erzeugungssegment" bezeichnet) auf die Erzeugungsstartadresse eingeschränkt ist und die Betriebsperiode der diesem Erzeugungssegment entsprechenden Adresse auf die fehlerfreie Periode T2 gesetzt wird (Schritt b3). Dann wird an der Halbleitervorrichtung 100 ein vorgegebener Test ausgeführt (Schritt b4), wobei bestimmt wird, ob die am Ausgangspin 1 erscheinenden Ausgangsdaten normale Werte haben oder nicht (Schritt b5).

Die Fig. 7A-7C zeigen jeweils die Beziehung zwischen einem Erzeugungssegment und der Betriebsperiode jeder Adresse, die für die Ermittlung des Erzeugungssegments gesetzt wird. Wenn die Erzeugungsstartadresse im obenbeschriebenen Schritt b2 auf die Erzeugungsstartadresse (4) gesetzt wird, wird nur die Betriebsperiode der Adresse (4), die als ein Erzeugungssegment angesehen wird, auf eine fehlerfreie Periode T2 geändert, wie in Fig. 7A gezeigt ist. Dann wird der Betriebstest ausgeführt.

Im Ergebnis des in dieser Weise ausgeführten Betriebstests wird dann, wenn die am Ausgangspin 1 erscheinenden Ausgangsdaten normal wie erwartet sind, das zu diesem Zeitpunkt gesetzte Erzeugungssegment als ein Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades identifiziert (Schritt b6). Dann ist die Verarbeitung der Suche eines Segments für die Erzeugung eines kritischen Pfades abgeschlossen.

Wenn ferner als Ergebnis des Betriebstests die am Ausgangspin 1 erscheinenden Ausgangsdaten anomal sind, bestimmt der Testprozessor 10, ob die Erzeugungsstartadresse die Fehleradresse (7) im Testzyklus ist (Schritt b7). Da die Erzeugungsstartadresse (4) im obenbeschriebenen Schritt b2 auf die Erzeugungsstartadresse gesetzt wird, wird zunächst eine negative Entscheidung erzeugt. Der Testprozessor 10 schiebt die Erzeugungsstartadresse um eine Adresse nach hinten und setzt sie auf die Adresse (5) (Schritt b8), woraufhin er die Verarbeitung des Schrittes b3 zum Setzen einer obenbeschriebenen Betriebsperiode und der späteren Schritte wiederholt.

Wenn, wie in Fig. 7B gezeigt ist, die Erzeugungsstartadresse um eine Adresse zur Adresse (5) verschoben wird, wird ein Segment von der Erzeugungsstartadresse (4) zur Erzeugungsstartadresse (5) als Erzeugungssegment gesetzt. Die Betriebsperioden dieser beiden Adressen (4), (5) werden auf die Fehlerperiode T2 gesetzt, woraufhin der Betriebstest ausgeführt wird.

Wenn am Ausgangspin 1 selbst in dem Betriebstest, der mit den Betriebsperioden der Adressen (4), (5) ausgeführt wird, die auf die fehlerfreie Periode T2 gesetzt werden, keine normalen Ausgangsdaten erscheinen, wird die Erzeugungsstartadresse um eine Adresse weiter zur Adresse (6) verschoben, wie in Fig. 7C gezeigt ist. Somit enthält das Erzeugungssegment die Adressen (4) bis (6); daraufhin wird die Verarbeitung des obenbeschriebenen Schrittes b3 zum Setzen einer Betriebsperiode und die späteren Schritte wiederholt.

In dieser Weise wird die Erzeugungsstartadresse schrittweise nach hinten verschoben, ferner wird die Betriebsperiode jeder Adresse, die in dem Bereich von der Erzeugungsstartadresse zur Erzeugungsstartadresse enthalten ist, auf eine fehlerfreie Periode T2 gesetzt, woraufhin der Betriebstest jedesmal ausgeführt wird. Diese Prozedur wird solange wiederholt, bis am Ausgangspin 1 normale Daten erscheinen. Beispielsweise wird die Erzeugungsstartadresse, wie in Fig. 7C gezeigt ist, auf die Adresse (6) gesetzt, ferner wird jede Betriebsperiode der Adressen von (4) bis (6), die ein Erzeugungssegment bildet, auf die fehlerfreie Periode T2 gesetzt, woraufhin der Betriebstest ausgeführt wird. Wenn dann am Ausgangspin 1 normale Ausgangsdaten erscheinen, wird in dem obenbeschriebenen Schritt b5 eine positive Entscheidung erzeugt (es wird bestimmt, ob die Ausgangsdaten normal oder anomal sind). Das Erzeugungssegment zu diesem Zeitpunkt wird als Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades bestimmt (Schritt b6), woraufhin die Verarbeitung der Suche eines Segments für die Erzeugung eines kritischen Pfades abgeschlossen ist.

Wenn andererseits am Ausgangspin 1 selbst in dem Betriebstest, der mit der auf die Fehleradresse (7) im Testzyklus gesetzten Erzeugungsstartadresse ausgeführt wird, keine normalen Ausgangsdaten erscheinen, wird angenommen, daß die Suchverarbeitung einen kritischen Pfad nicht gefunden hat. Dann ist die Suche beendet (Schritt b9). Da die Bedingung, daß die Erzeugungsstartadresse im Testzyklus auf die Fehleradresse (7) gesetzt ist, mit der in Fig. 5A gezeigten Bedingung äquivalent ist, sollten am Ausgangspin 1 normale Ausgangsdaten erscheinen. Wenn daher normale Ausgangsdaten nicht erscheinen, besteht die Möglichkeit von Fehlern bei der Suche der führenden Adresse eines kritischen Pfades, die entsprechend einer Reihe von in Fig. 4 gezeigten Prozeduren ausgeführt worden ist.

In dem Halbleitervorrichtung-Testsystem gemäß dieser Ausführung entspricht jeder Betriebstaktimpuls einer der Adressen von der Eingabe vorgegebener Testdaten in die Halbleitervorrichtung 100, bis die entsprechenden Ausgangsdaten ausgegeben werden. Zunächst werden die Betriebsperioden sämtlicher Adressen auf eine Fehlerperiode T1 gesetzt, die sich auf der Grenze befindet, auf deren beiden Seiten ein Fehler bzw. kein Fehler auftritt. Dann werden die Betriebsperioden der Adressen in der Umgebung der Adressen, die die Ergebnissdaten am Ausgangspin 1 ausgeben, nacheinander zur fehlerfreien Periode T2 geändert. Es wird untersucht, welche Adresse der Betriebsperiode entspricht, die zur fehlerfreien Periode T2 geändert wurde, bevor die Ausgangsdaten normale Daten werden. Somit kann durch Ausführen sowohl der teilweisen Änderung der Betriebsperioden als auch der Identifizierung eines Fehlers/keines Fehlers der als Antwort auf diese Änderung ausgegebe-

... eine Adresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades gesucht werden.

Nach der Erfassung einer Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades wird die Startadresse fixiert und wird eine Erzeugungsendadresse hinter der Startadresse jeweils um eine Adresse verschoben, wodurch das Erzeugungssegment erweitert wird. Somit werden die Adressen untersucht, die in dem Segment enthalten sind, das erweitert wurde, bevor sich die Ausgangsdaten auf einen normalen Wert geändert haben. Daher kann durch Ausführen der teilweisen Änderung der Betriebsperioden und der Identifizierung eines Fehlers/keines Fehlers der als Antwort auf diese Änderung ausgegebenen Daten ein Bereich für die Erzeugung eines kritischen Pfades gesucht werden. Wenn eine Adresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades und ein Erzeugungssegment in dieser Weise gesucht worden sind, kann durch Prüfen dieser Adresse und dieses Segments in Verbindung mit Entwurfsdaten und dergleichen die Position der Quellen für einen fehlerhaften Betrieb in der Halbleitervorrichtung 100 identifiziert werden. Dadurch ist es möglich, Maßnahmen wie etwa eine Reduzierung der Ausbreitungsverzögerungszeit im Hochgeschwindigkeitsbetrieb zu ergreifen.

In dieser Weise wird bei Verwendung des Halbleitervorrichtung-Testsystems gemäß dieser Ausführung die Suche eines kritischen Pfades anhand des Betriebs der wirklichen Halbleitervorrichtung 100 ausgeführt. Im Vergleich zu einem Suchverfahren für kritische Pfade, das Simulationen verwendet, kann die erfindungsgemäße Anordnung einen wesentlichen Zeitumfang und einen wesentlichen Aufwand für die Erstellung eines Suchprogramms beseitigen und ferner das Setzen von Lasten und dergleichen unter Bedingungen, die einer wirklichen Verwendung der Halbleitervorrichtung nahekommen, reproduzieren. Da ferner die Suche eines kritischen Pfades auf der Grundlage des Betriebs einer wirklichen Halbleitervorrichtung 100 ausgeführt wird, kann diese Anordnung im Vergleich zu der Reproduktion jeder Operation der die Vorrichtung bildenden Elemente mittels Simulationen die für eine Suche erforderliche Zeit wesentlich reduzieren.

Andererseits enthalten einige der Halbleitervorrichtungen 100, die auf einen kritischen Pfad durchsucht werden, eine interne PLL-Schaltung. Sie erzeugen ein Taktsignal (im folgenden mit interner Takt bezeichnet) mit einem Tastverhältnis, das durch die interne PLL-Schaltung synchron mit einem Taktsignal korrigiert wird (das im folgenden mit externer Takt bezeichnet wird), das von außen eingegeben wird. Diese Halbleitervorrichtungen 100 arbeiten synchron mit dem erzeugten internen Takt. Bisher ist angenommen worden, daß für diese Halbleitervorrichtungen 100 eine Suche eines kritischen Pfades unter Verwendung einer wirklichen Halbleitervorrichtung 100 unmöglich ist. Da, wie in Fig. 8 gezeigt ist, eine große Änderung des externen Takts die Periode des von der PLL-Schaltung erzeugten internen Takts stark stört, kann ein Normalbetrieb der Halbleitervorrichtung 100 nicht gewährleistet werden.

Es ist jedoch möglich, daß das Halbleitervorrichtung-Testsystem gemäß dieser Ausführung, die oben beschrieben worden ist, in dem in Fig. 4 gezeigten Schritt a1 eine Fehler/kein Fehler-Grenze bestimmt und die Suche eines kritischen Pfades unter Verwendung etwas unterschiedlicher Betriebsperioden T1 und T2 sehr nahe an der erhaltenen Grenze ausführt. Wenn daher die Betriebsperiode jeder Adresse teilweise von T1 nach T2 geändert wird, wird der interne Takt, der von der PLL-Schaltung in der Halbleitervorrichtung 100 erzeugt wird, kaum beeinflusst. Daher kann die Suche eines kritischen Pfades mit der normalen Betriebsperiode der Halbleitervorrichtung 100 in Übereinstimmung mit der Reihe von Prozeduren, die in den Fig. 4 und 6 gezeigt sind,

ausgerollt werden.

Fig. 9 zeigt die Beziehung zwischen den externen Taktimpulsen und den internen Taktimpulsen, wenn die Perioden der externen Taktimpulse, die in die Halbleitervorrichtung 100 eingegeben werden, teilweise auf die fehlerfreie Betriebsperiode T2 geändert werden. Beispielsweise wird durch Ändern lediglich der Betriebsperiode der Adresse (4) auf T2 die Betriebsperiode des internen Taktimpulses durch eine in die Vorrichtung 100 eingebettete PLL-Schaltung ebenfalls auf T2 geändert. Selbst wenn die Betriebsperiode der externen Taktimpulse unmittelbar danach auf T1 zurückgesetzt wird, bleibt die Periode der internen Taktimpulse über einige wenige Adressen auf T2 und konvergiert dann zu T1.

Wenn beispielsweise sämtliche Betriebsperioden der Testzyklen auf 21 ns gesetzt werden, sind die erhaltenen Ausgangsdaten nicht normal, d. h. fehlerhaft. Wenn sämtliche Betriebsperioden auf 22 ns gesetzt werden, sind die erhaltenen Ausgangsdaten normal, d. h. ohne Fehler. Wenn die Betriebsperioden auf eine Zwischenperiode von 21,5 ns gesetzt werden, sind die erhaltenen Ausgangsdaten in einem instabilen Zustand und wechseln zwischen fehlerbehafteten und fehlerfreien Zuständen. In einem solchen Fall werden die Fehler-Betriebsperiode und die fehlerfreie Betriebsperiode auf 21 ns bzw. auf 22 ns gesetzt. Da dann die Differenz zwischen diesen Perioden 1 ns, d. h. lediglich ungefähr 5% der Periode, beträgt, wird der interne Takt nicht wesentlich der Wirkung der Korrektur durch die PLL-Schaltung unterworfen.

Wie oben beschrieben worden ist, ist es schwierig, nur die Betriebsperiode einer zu prüfenden Adresse genau auf die fehlerfreie Periode T2 zu setzen und die übrigen Betriebsperioden auf die Fehlerperiode T1 zu setzen, wie in den Fig. 2A und 2B gezeigt ist. Es ist jedoch möglich, die Betriebsperioden in einem vorgegebenen Bereich, der eine spezifizierte Adresse enthält, auf T2 oder auf einen Wert in der Nähe von T2 zu setzen. Daher ist es in Übereinstimmung mit der Reihe von Prozeduren, die in den Fig. 4 und 6 gezeigt sind, für eine Halbleitervorrichtung 100 mit eingebauter PLL-Schaltung möglich, eine Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades sowie ein Erzeugungssegment genau zu identifizieren. Außerdem ist es möglich, einen kritischen Pfad in einer in Betrieb befindlichen wirklichen Halbleitervorrichtung 100 zu suchen.

Die Erfindung ist nicht auf die obenbeschriebenen Ausführungen eingeschränkt, statt dessen sind viele verschiedene Verwirklichungen innerhalb des Umfangs der Erfindung möglich. Beispielsweise wird in der obenbeschriebenen Ausführung wie in den Fig. 5A-5D gezeigt die Suche einer Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades durch Verschieben der Erzeugungsstartadresse von der hintersten Adresse Adresse für Adresse zur vorderen Adresse ausgeführt. Die am Ausgangspin 1 erscheinenden Ausgangsdaten können jedoch auch durch Verschieben um Einheiten aus zwei oder mehr Adressen geprüft werden (was für den Wert (n-i) dem Fall von $i \geq 2$ entspricht).

Außerdem ist es möglich, ein binäres Suchverfahren zu verwenden. Zunächst werden sämtliche Betriebsperioden der Adressen in der hinteren Hälfte auf die fehlerfreie Periode T2 geändert, wobei die Ausgangsdaten zu diesem Zeitpunkt untersucht werden, um festzustellen, ob eine Erzeugungsstartadresse in der vorderen Hälfte oder in der hinteren Hälfte vorhanden ist. Dann wird der die Erzeugungsstartadresse enthaltende Bereich in zwei Abschnitte unterteilt, wobei die Betriebsperioden der Adressen innerhalb des hinteren halben Abschnitts auf die fehlerfreie Periode T2 gesetzt werden und die Ausgangsdaten geprüft werden. In dieser Weise wird eine Erzeugungsstartadresse enthaltendes

Segment allmählich verschmälert, so daß am Ende eventuell eine Adresse identifiziert werden kann. In Fällen, in denen die Halbleitervorrichtung 100 eine Schaltung in Großintegration enthält und außerdem eine Adresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades von der fehlerhaften Adresse weit entfernt ist, dauert es zu lang, jede Adresse einzeln beginnend bei der Endadresse im Testzyklus zu untersuchen. Wenn jedoch das eben beschriebene Verfahren verwendet wird, kann die für die Suche erforderliche Zeit reduziert werden.

Auch in den obenbeschriebenen Ausführungen wird eine Suche eines kritischen Pfades unter Verwendung eines Halbleitervorrichtung-Testsystems ausgeführt, das verschiedene Funktionstests in der Halbleitervorrichtung 100 vornimmt. In dem Maß, in dem es möglich ist, die Periode der Taktimpulse beliebig zu setzen, ist die Verwendung eines universellen Halbleitervorrichtung-Testsystems nicht notwendig, so daß eine andere Hardware für die Verwirklichung einer Alternative verwendet werden kann.

Weiterhin führt in den obenbeschriebenen Ausführungen der Testprozessor 10 die in den Fig. 4 und 6 gezeigten Prozeduren aus, um eine Startadresse für die Erzeugung eines kritischen Pfades sowie ein Erzeugungssegment zu identifizieren. Eine Reihe von Prozeduren, die von dem Testprozessor 10 ausgeführt werden, kann jedoch unter Verwendung von Logikschaltungen und dergleichen verwirklicht werden, wodurch die gesamte Verarbeitung, die für die Suche eines kritischen Pfades notwendig ist, lediglich durch Hardware verwirklicht werden kann.

In den obenbeschriebenen Ausführungen werden ein Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades, eine Erzeugungsstartadresse und eine Erzeugungsendadresse innerhalb des Erzeugungssegments einzeln identifiziert. Kritische Pfade können jedoch an zwei oder mehr getrennten Positionen auftreten, so daß es möglich ist, kritische Pfade an diesen mehreren Positionen einzeln zu suchen. Beispielsweise wird angenommen, daß ein Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades mit den in Fig. 6 gezeigten Prozeduren identifiziert worden ist. Im Fall von Fig. 7C ist das Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades in den Adressen (4) bis (6) vorhanden. Dann wird angenommen, daß die beiden Adressen (4), (6) wirklich kritische Pfade erzeugen, daß jedoch die Adresse (5) keinen kritischen Pfad erzeugt. In diesem Fall kann eine entgegengesetzte Anwendung des Algorithmus von Fig. 6 ausgeführt werden. Die fehlerfreie Periode T2 des in dem Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades enthaltenen Adressensegments wird durch die Fehlerperiode T1 ersetzt. Dann ist es durch Bestimmen, ob die Ausgangsdaten der Halbleitervorrichtung normal sind oder nicht, möglich, Adressen zu suchen, die keine Verbindung zum Auftreten eines kritischen Pfades haben. Somit ist es möglich, ein durch mehrere Positionen verursacht es Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades zu identifizieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Suchen eines kritischen Pfades in einer Halbleitervorrichtung (100), das die folgenden Schritte enthält:
Erfassen einer Periode T1 eines Taktimpulssignals, mit der die Halbleitervorrichtung (100) nicht normal arbeitet, sowie einer Periode T2 des Taktimpulssignals, mit der die Halbleitervorrichtung (100) normal arbeitet, wobei sich die Periode T1 und die Periode T2 in der Nähe der Grenze befinden, auf deren beiden Seiten die Halbleitervorrichtung (100) normal bzw. anomal arbeitet,

Bestimmen, ob die Halbleitervorrichtung (100) normal arbeitet oder nicht, wenn die Periode eines Teils von n Impulsen der Betriebstaktimpulse auf T2 gesetzt ist und die Periode der verbleibenden Impulse auf T1 gesetzt ist, wobei die Anzahl der Betriebstaktimpulse zwischen der Eingabe vorgegebener Daten in die Halbleitervorrichtung (100) bis zur Ausgabe entsprechender Daten durch n gegeben ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Bestimmungsschritt einen Schritt zum Identifizieren einer Startposition für die Erzeugung eines kritischen Pfades sowie einen Schritt zum Identifizieren eines Segments für die Erzeugung eines kritischen Pfades enthält.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem im Erzeugungsstartposition-Identifizierungsschritt jede Periode ab dem (n-i)-ten Impuls bis zum n-ten Impuls der Betriebstaktimpulse auf T2 gesetzt wird und jede Periode der verbleibenden Impulse auf T1 gesetzt wird, dann untersucht wird, ob die Halbleitervorrichtung (100) normal arbeitet oder nicht, und schließlich der größte Wert von (n-i), bei dem die Halbleitervorrichtung (100) normal arbeitet, als Position für die Erzeugung eines kritischen Pfades identifiziert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem im Segmenterzeugungsschritt eine Periode der Betriebstaktimpulse, die in einem vorgegebenen Bereich enthalten sind, der die Startposition für die Erzeugung eines kritischen Pfades als vordere Position enthält, auf T2 gesetzt wird und die Periode der verbleibenden Impulse auf T1 gesetzt wird, dann untersucht wird, ob die Halbleitervorrichtung (100) normal arbeitet oder nicht, und schließlich ein minimaler vorgegebener Bereich als Segment für die Erzeugung eines kritischen Pfades identifiziert wird.

5. System zum Suchen eines kritischen Pfades in einer Halbleitervorrichtung (100), das enthält:

eine Betriebstaktimpuls-Erzeugungseinrichtung (20) zum Erzeugen von Betriebstaktimpulsen mit einer Periode T1, mit der die Halbleitervorrichtung (100) nicht normal arbeitet, sowie einer Periode T2, mit der die Halbleitervorrichtung (100) normal arbeitet, wobei die Anzahl der Betriebstaktimpulse ab der Eingabe vorgegebener Daten in die Halbleitervorrichtung (100) bis zur Ausgabe entsprechender Daten durch n gegeben ist und die Periode T1 sowie die Periode T2 in der Umgebung der Grenze liegen, auf deren beiden Seiten die Halbleitervorrichtung (100) normal bzw. anomal arbeitet,

eine Testdaten-Eingabeeinrichtung (30, 40) zum Eingeben vorgegebener Daten in die Halbleitervorrichtung (100), um zu untersuchen, ob der Betrieb der Halbleitervorrichtung (100) normal ist oder nicht,

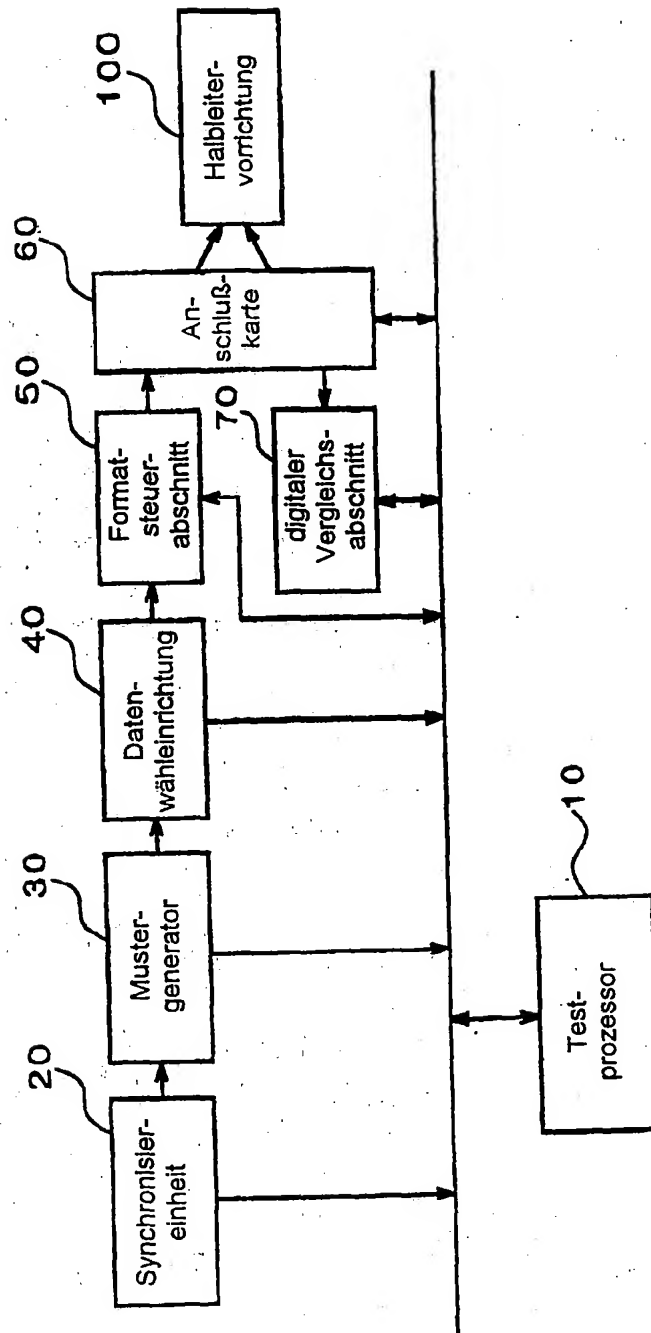
eine Ausgangsdaten-Bestimmungseinrichtung (70), die dann, wenn Daten, die von der Testdaten-Eingabeeinrichtung (30, 40) eingegebenen vorgegebenen Daten entsprechen, von der Halbleitervorrichtung (100) ausgegeben werden, bestimmt, ob die Ausgangsdaten mit erwarteten Daten übereinstimmen oder nicht, und

eine Suchsteuereinrichtung (10) zum Untersuchen, ob ein der Position des Betriebstaktimpulses mit der Periode T2 entsprechender kritischer Pfad vorhanden ist oder nicht, als Antwort auf das Ergebnis der Bestimmung der Ausgangsdaten-Bestimmungseinrichtung (70) anhand der von der Halbleitervorrichtung (100) ausgegebenen Daten synchron mit dem n-ten Betriebstaktimpuls, wobei die Periode der Betriebstaktimpulse vorgegebener Positionen unter den n Betriebstaktimpulsen, die von der Betriebstaktimpuls-Erzeugungsein-

6. System nach Anspruch 5, bei dem die Suchsteuer-
 einrichtung (10) jede Periode der Betriebstaktimpulse
 ab dem n-ten Betriebstaktimpuls bis zum (n-i)-ten Be-
 triebstaktimpuls auf T2 setzt und die Periode der ver-
 bleibenden Impulse auf T1 setzt, dann untersucht, ob
 die Halbleitervorrichtung normal arbeitet oder nicht,
 und schließlich die größte Zahl (n - i), bei der die Hal-
 leitervorrichtung (100) normal arbeitet, als Startposi-
 tion für die Erzeugung eines kritischen Pfades identi-
 fiziert.
 7. System nach Anspruch 6, bei dem die Suchsteuer-
 einrichtung (10) den Wert von i allmählich erhöht,
 wenn jede Periode der Betriebstaktimpulse ab dem (n-
 i)-ten Impuls bis zum n-ten Impuls auf T2 gesetzt wird,
 und dann untersucht, ob die Halbleitervorrichtung
 (100) normal arbeitet oder nicht.
 8. System nach Anspruch 6, bei dem die Suchsteuer-
 einrichtung (10) eine Periode der Betriebstaktimpulse,
 die in einem vorgegebenen Bereich enthalten sind, der
 die Startposition für die Erzeugung eines kritischen
 Pfades als vordere Position enthält, auf T2 setzt und die
 Periode der verbleibenden Impulse auf T1 setzt, dann
 untersucht, ob die Halbleitervorrichtung (100) normal
 arbeitet oder nicht, und schließlich den minimalen vor-
 gegebenen Bereich als Segment für die Erzeugung ei-
 nes kritischen Pfades identifiziert.
 9. System nach Anspruch 8, bei dem die Suchsteuer-
 einrichtung (10) den vorgegebenen Bereich allmählich
 erhöht, wenn die Periode eines Teils der Betriebstakt-
 impulse auf T2 geändert wird, und dann untersucht, ob
 die Halbleitervorrichtung (100) normal arbeitet oder
 nicht.
 10. System nach Anspruch 5, bei dem die Halbleiter-
 vorrichtung (100) eine PLL-Schaltung enthält, die ei-
 nen internen Taktimpuls synchron mit anderen Betrieb-
 staktimpulsen, die von außen eingegeben werden, er-
 zeugt.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1



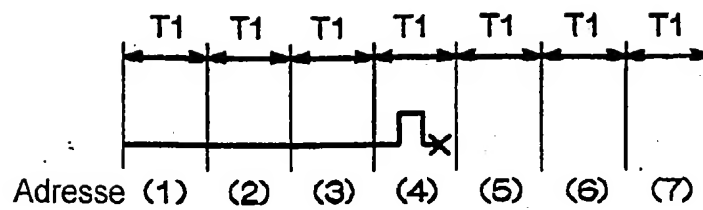


FIG. 2B

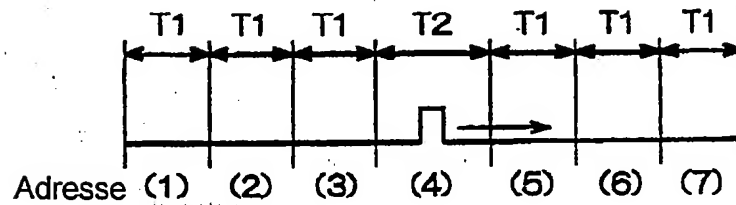


FIG. 3

Adresse	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Betriebs- periode	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7
Eingangspin 1	0	1	0	1	0	1	0
Ausgangspin 1	x	x	x	x	x	x	LorH

FIG. 4

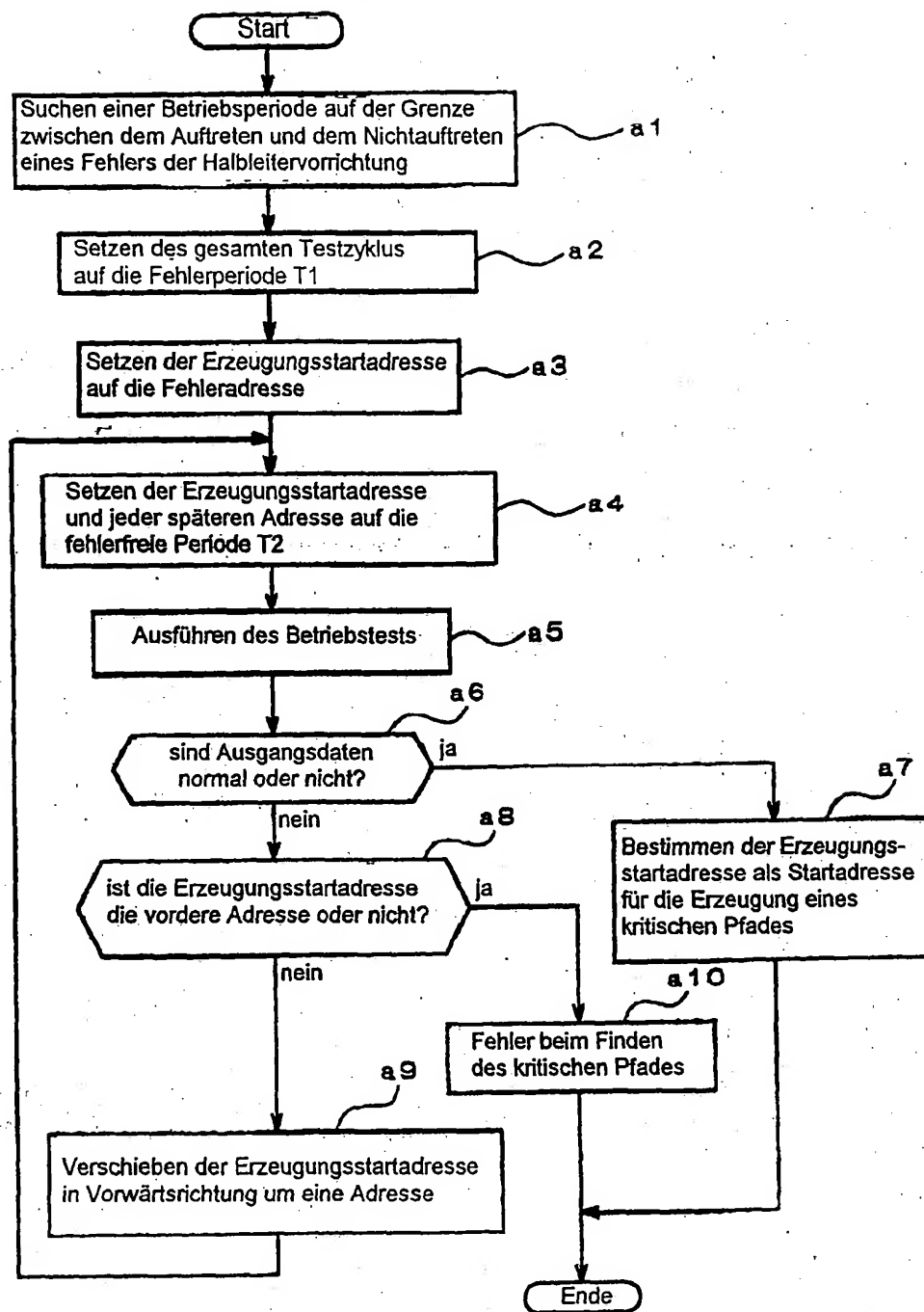


FIG. 5A

	Adresse	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Erzeugungs- startadresse								○
Betriebs- periode		T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2

FIG. 5B

	Adresse	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Erzeugungs- startadresse								○
Betriebs- periode		T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2

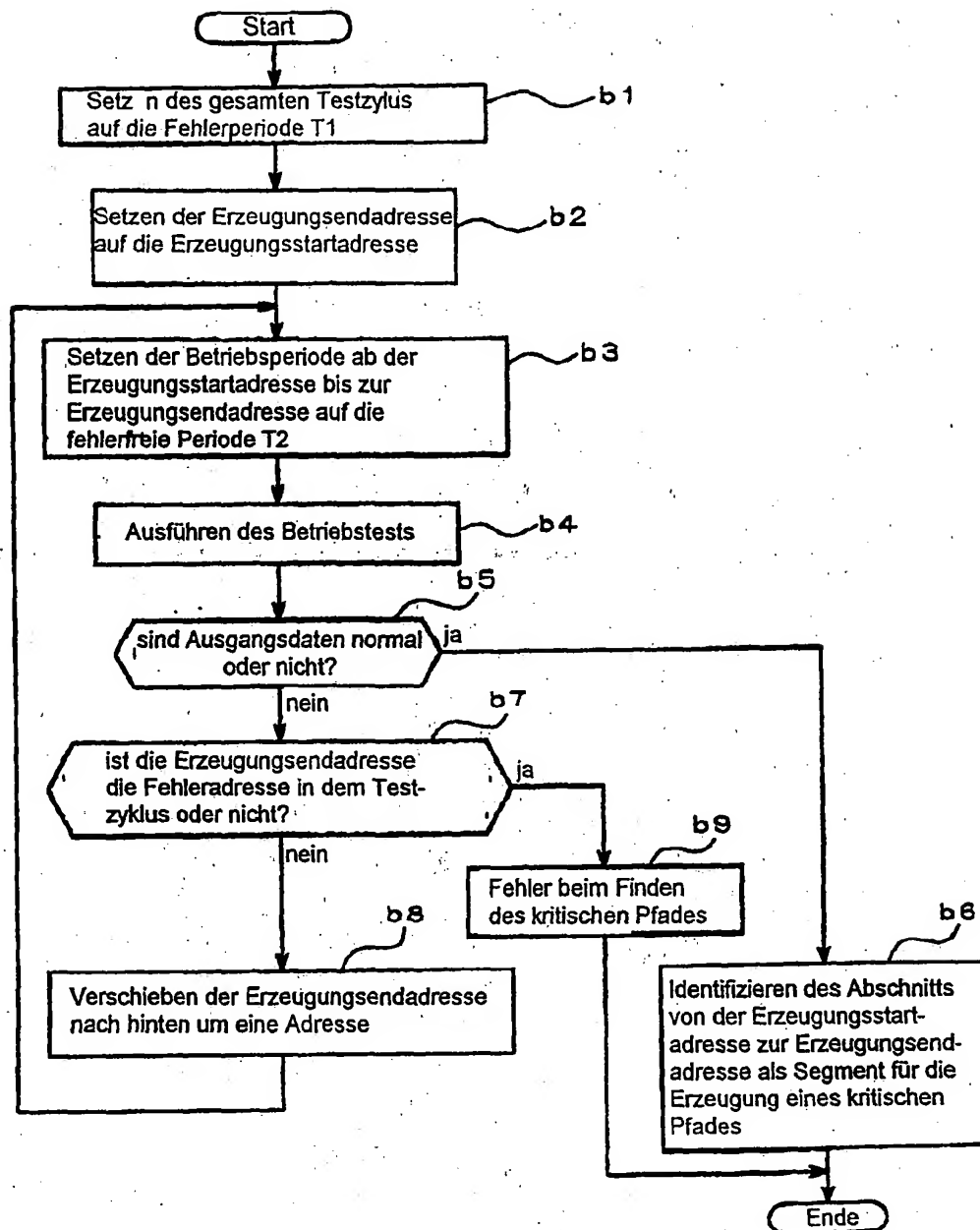
FIG. 5C

	Adresse	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Erzeugungs- startadresse								○
Betriebs- periode		T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2

FIG. 5D

	Adresse	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Erzeugungs- startadresse								○
Betriebs- periode		T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2

FIG. 6



4

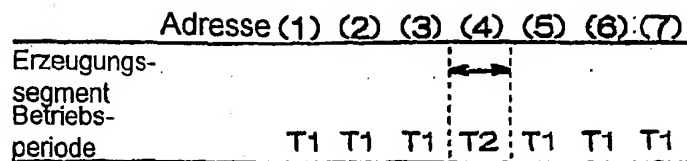


FIG. 7B

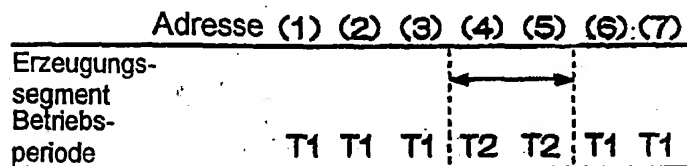
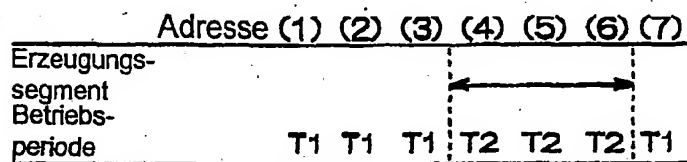
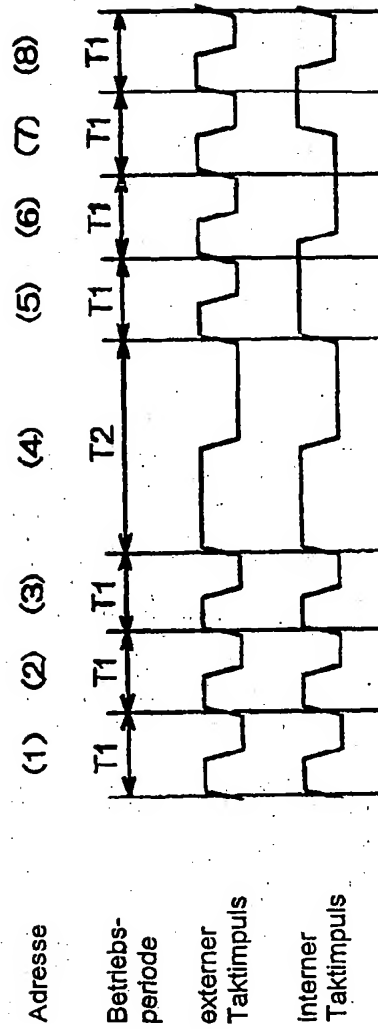
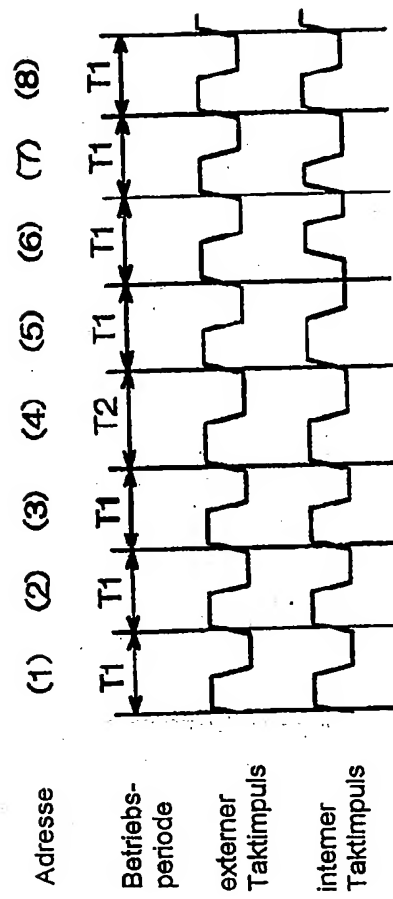


FIG. 7C







Critical path searching for large scale integration circuits using semiconductor device

Patent Number: DE19900974
Publication date: 1999-09-16
Inventor(s): MATSUMOTO MITSUO (JP); KATZ GERALD LEWIS (US)
Applicant(s): ADVANTEST CORP (JP)
Requested Patent: DE19900974
Application Number: DE19991000974 19990113
Priority Number(s): JP19980018093 19980113
IPC Classification: G01R31/3183; H01L21/66
EC Classification: G01R31/3183F1
Equivalents: CN1232972, JP11202033, TW419588

Abstract

A test data is given to a semiconductor device (100) provided with a clock generator (20) to generate clocks of period 'T1' and 'T2'. The data which are input before and after the test data has a period of 'T1' and 'T2' respectively. The semiconductor device do not operate normally during 'T1' and operate normally at a position during 'T2' at which the critical path is searched.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

DOCKET NO: 28L-10217

SERIAL NO: _____

APPLICANT: J. Berthold et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100